

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

02P01873

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-175973

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/86

(21)Application number : 09-337363

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 08.12.1997

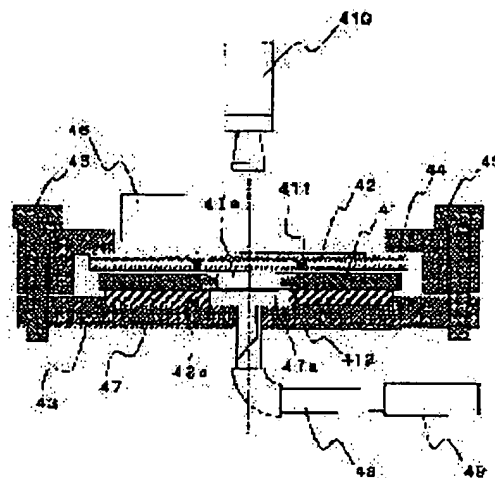
(72)Inventor : MIYATA KEIZO
HAMADA TAIZO
TOMA KIYOKAZU
RIYOUNAI HIROSHI
ISHIDA TATSURO

(54) MASTER INFORMATION MAGNETIC RECORDER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a master information magnetic recorder performing reliable pre-format recording by making a geometric center of a rugged shape pattern formed on a master information carrier precisely coincide with a rotational center of a magnetic recording medium.

SOLUTION: A non-magnetic area 412 formed with no ferromagnetic layer is provided on a hard disk 41. A marker 411 is provided on the master information carrier 42 matched with the position of the non-magnetic area 412 of the hard disk 41. The position of the master information carrier 42 is adjusted while observing an image obtained from a position detecting image pick-up device 410, and one side of the non-magnetic area 412 on the hard disk 41 is made to coincide with one side of the marker 411 on the master information carrier 42, and both are stuck. Thereafter, a DC exciting magnetic field is applied to the master information carrier 42 by a permanent magnet 46, and a pre-format information signal answering to a rugged shape is recorded on the hard disk 41.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-175973

(43)公開日 平成11年(1999)7月2日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/86

識別記号

101

FI

G 1 1 B 5/86

101B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-337363

(22)出願日 平成9年(1997)12月8日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 宮田 敬三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 浜田 泰三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 東間 清和

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

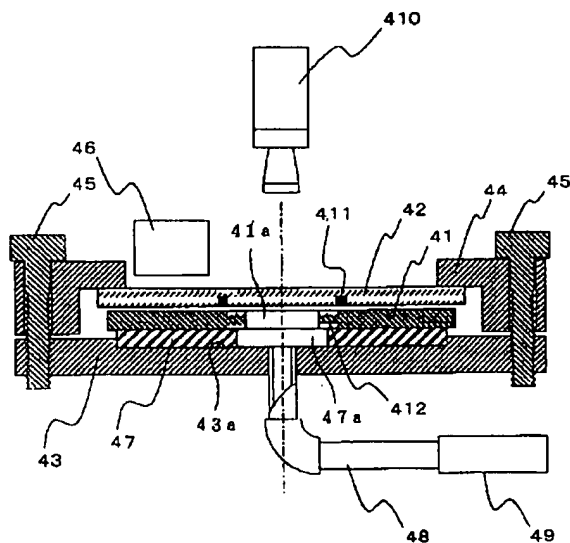
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスター情報磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 マスター情報担体に形成された凹凸形状パターンの幾何学的中心と磁気記録媒体の回転中心とを精密に一致させることにより、信頼性の高いプリフォーマット記録を行うことのできるマスター情報磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 ハードディスク４１に、強磁性層が成膜されていない非磁性領域４１２を設ける。マスター情報担体４２に、ハードディスク４１の非磁性領域４１２の位置に合わせてマーカー４１１を設ける。位置検出用撮像装置４１０から得られる像を観察しながら、マスター情報担体４２の位置を調節し、ハードディスク４１上の非磁性領域４１２の一边とマスター情報担体４２上のマーカー４１１の一边とを一致させて、両者を密着させる。その後、永久磁石４６によってマスター情報担体４２に直流励磁磁界を印加し、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号をハードディスク４１に記録する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体の表面に情報信号に対応する凹凸形状が形成され、前記凹凸形状の少なくとも凸部表面に強磁性薄膜が形成されたマスター情報担体と、強磁性層を有する磁気記録媒体とを密着させ、外部磁界を用いて前記マスター情報担体の凸部表面の強磁性薄膜を磁化させることにより、前記磁気記録媒体に前記マスター情報担体の前記凹凸形状に対応する情報信号を記録するマスター情報磁気記録装置であって、前記マスター情報担体と前記磁気記録媒体とに両者の位置合わせを行うための手段を設けたことを特徴とするマスター情報磁気記録装置。

【請求項2】 マスター情報担体と磁気記録媒体との位置合わせを行うための手段が、前記磁気記録媒体に設けられた所定形状の第1のマーカースと、前記マスター情報担体に前記第1のマーカースに合わせて設けられ、前記第1のマーカースに対応した形状を有する第2のマーカースとからなる請求項1に記載のマスター情報磁気記録装置。

【請求項3】 マスター情報担体と磁気記録媒体との位置合わせを行うための手段が、前記磁気記録媒体の磁気記録領域外に設けられた強磁性層を有しない非磁性領域と、前記マスター情報担体に前記非磁性領域に合わせて設けられ、前記非磁性領域に対応した形状を有するマーカースとからなる請求項1に記載のマスター情報磁気記録装置。

【請求項4】 非磁性領域が貫通孔であり、かつ、マーカースの形状が前記貫通孔の形状と同じである請求項3に記載のマスター情報磁気記録装置。

【請求項5】 マスター情報担体と磁気記録媒体との位置合わせを行うための手段が、前記磁気記録媒体の磁気記録領域外に設けられた円環状の溝と、前記マスター情報担体に前記円環状の溝に合わせて設けられたマーカースとからなる請求項1に記載のマスター情報磁気記録装置。

【請求項6】 マーカースが円環状の溝の内周縁に合わせて配置されている請求項5に記載のマスター情報磁気記録装置。

【請求項7】 マーカースが円環状の溝の外周縁に合わせて配置されている請求項5に記載のマスター情報磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大容量で高記録密度の磁気記録再生装置に用いられる磁気記録媒体に所定の情報信号を予め記録するために用いられるマスター情報担体を用いて、磁気記録媒体に所定の情報信号を記録するためのマスター情報磁気記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、磁気記録再生装置は、小型でかつ大容量のものを実現するために、高記録密度化の傾向に

ある。代表的な磁気記録再生装置であるハードディスクドライブの分野においては、すでに面記録密度が 3 Gbit/in^2 (4.65 Mbit/mm^2)を超える装置が商品化されており、数年後には、面記録密度が 10 Gbit/in^2 (15.5 Mbit/mm^2)の装置の実用化が議論されるほどの急激な技術の進歩が認められる。

【0003】このような高記録密度化が可能となった技術的背景として、磁気記録媒体及びヘッド・ディスクインターフェースの性能の向上やパーシャルレスポンス等の新規な信号処理方式の出現による線記録密度の向上が挙げられる。しかし、近年では、トラック密度の増加傾向が線記録密度の増加傾向を大きく上回り、面記録密度の向上の主な要因となっている。これは、従来の誘導型磁気ヘッドに比べて再生出力性能がはるかに優れた磁気抵抗素子型ヘッドの実用化によるものである。現在、磁気抵抗素子型ヘッドの実用化により、わずかに数 μm のトラック幅信号を高いS/N比をもって再生することが可能となっている。一方、今後のさらなるヘッド性能の向上に伴い、近い将来には、トラックピッチがサブミクロン領域に達するものと予想されている。

【0004】磁気ヘッドがこのような狭いトラックを正確に走査し、高いS/N比をもって信号を再生するためには、磁気ヘッドのトラッキングサーボ技術が重要な役割を果たす。このようなトラッキングサーボ技術に関しては、例えば、『山口：磁気ディスク装置の高精度サーボ技術、日本応用磁気学会誌、Vol.20, No.3, pp.771, (1996)』に詳細に記載されている。この文献によれば、現在のハードディスクドライブでは、ディスクの1周、すなわち角度にして 360 度中に、一定の角度間隔でトラッキング用サーボ信号、アドレス情報信号、再生クロック信号等が記録された領域（以下『プリフォーマット記録領域』という。）が設けられている。これにより、磁気ヘッドは、一定の間隔でこれらの信号を再生して自己の位置を確認し、磁気ディスクの径方向における変位を必要に応じて修正しながら正確にトラック上を走査することができる。

【0005】上記したトラッキング用サーボ信号、アドレス情報信号、再生クロック信号等のプリフォーマット情報信号は、磁気ヘッドが正確にトラック上を走査するための基準信号となるものであるから、その記録時には、正確なトラック位置決め精度が要求される。例えば、『植松、他：メカ・サーボ、HDI技術の現状と展望、日本応用磁気学会第93回研究会資料、93-5, pp.35 (1996)』に記載された内容によれば、現在のハードディスクドライブでは、磁気ディスク及び磁気ヘッドをドライブ内に組み込んだ後、専用のサーボトラック記録装置を用いて、ドライブ内に組み込まれた固有の磁気ヘッドにより、トラッキング用サーボ信号、アドレス情報信号、再生クロック信号等の記録が行われている。

10

20

30

40

50

この場合、ドライブ内に組み込まれた固有の磁気ヘッドを、サーボトラック記録装置に装備された外部アクチュエータによって精密に位置制御しながらプリフォーマット記録を行うことにより、必要なトラック位置決め精度が実現されている。

【0006】しかし、専用のサーボトラック記録装置を用い、ドライブ内に組み込まれた固有の磁気ヘッドによってプリフォーマット記録を行う従来の技術には、以下のような問題点があった。

【0007】第1に、磁気ヘッドによる記録は、基本的に磁気ヘッドと磁気記録媒体との相対的な移動による線記録であるため、専用のサーボトラック記録装置を用い、磁気ヘッドを精密に位置制御しながら記録を行う上記方法では、プリフォーマット記録に多くの時間を要する。さらに、専用のサーボトラック記録装置はかなり高価であるため、プリフォーマット記録に要するコストが高くなる。

【0008】この問題は、磁気記録再生装置のトラック密度が向上するほど深刻になる。ディスクの径方向のトラック数が増加することに加えて、以下の理由によってもプリフォーマット記録に要する時間が長くなる。すなわち、トラック密度が向上するほど磁気ヘッドの位置決めに高精度が要求されるため、ディスクの1周においてトラッキング用サーボ信号等の情報信号を記録するプリフォーマット記録領域を設ける角度間隔を小さくしなければならない。従って、高記録密度の装置ほどディスクにプリフォーマット記録すべき信号量が多くなり、多くの時間を要することになる。

【0009】また、磁気ディスク媒体は小径化の傾向にあるものの、依然として3.5インチや5インチの大径ディスクに対する需要も多い。ディスクの記録面積が大きいほどプリフォーマット記録すべき信号量が多くなる。このような大径ディスクのコストパフォーマンスに関しても、プリフォーマット記録に要する時間が大きく影響している。

【0010】第2に、磁気ヘッドと磁気記録媒体との間のスペーシング、及び、磁気ヘッドの先端ポール形状に起因して記録磁界が広がるため、プリフォーマット記録されたトラック端部の磁化遷移が急峻性に欠ける。

【0011】磁気ヘッドによる記録は、基本的に磁気ヘッドと磁気記録媒体との相対的な移動による動的な線記録であるため、磁気ヘッドと磁気記録媒体との間のインターフェース性能の観点から、磁気ヘッドと磁気記録媒体との間に一定量のスペーシングを設けざるを得ない。また、現在の磁気ヘッドは、通常、記録と再生を別々に担う2つのエレメントを有する構造であるため、記録ギャップの後縁側ポール幅が記録トラック幅に相当し、前縁側ポール幅は記録トラック幅の数倍以上と大きくなっている。

【0012】上記2つの問題点は、いずれも、記録トラ

ック端部において記録磁界の広がりを生じさせる要因となる。その結果、プリフォーマット記録された記録トラック端部の磁化遷移が急峻性に欠ける、あるいはトラック端両側に消去領域が生じるといった問題が生じる。現在のトラッキングサーボ技術では、磁気ヘッドがトラックを外れて走査した際の再生出力の変化量に基づいて磁気ヘッドの位置を検出している。このため、サーボ領域間に記録されたデータ信号を再生する際のように、磁気ヘッドがトラック上を正確に走査したときのS/N比に優れることだけではなく、磁気ヘッドがトラックを外れて走査したときの再生出力変化量、すなわちオフトラック特性が急峻であることが要求される。従って、上記のようにプリフォーマット記録されたトラック端部の磁化遷移が急峻性に欠けると、今後のサブミクロントラック記録における正確なトラッキングサーボ技術の実現が困難になる。

【0013】上記のような磁気ヘッドによるプリフォーマット記録における2つの問題点を解決するため、基体の表面にプリフォーマット情報信号に対応する凹凸形状が形成され、この凹凸形状の少なくとも凸部の表面が強磁性材料で形成されているマスター情報担体の表面を、磁気記録媒体の表面に接触させることにより、マスター情報担体表面の凹凸形状に対応する磁化パターンを磁気記録媒体に記録する技術が提案されている。このプリフォーマット記録技術によれば、記録媒体のS/N比、インターフェース性能等の他の重要性能を犠牲にすることなく、良好なプリフォーマット記録を効率的に行うことができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のマスター情報担体を用いたプリフォーマット記録技術を真に効果的なものとするためには、プリフォーマットの記録時に、マスター情報担体に形成されたプリフォーマット情報信号に対応する凹凸形状のパターンの幾何学的中心と、磁気記録媒体をスピンドルモータに取り付けて回転させたときの回転中心とを合わせる必要がある。両者の中心ずれがスピンドルモータの回転による偏心よりも大きくなってしまった場合には、磁気記録媒体に記録されたトラッキング用サーボ信号が偏心するために良好なトラッキングを行うことができないおそれがある。

【0015】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、マスター情報担体に形成された凹凸形状パターンの幾何学的中心と磁気記録媒体の回転中心とを精密に一致させることにより、信頼性の高いプリフォーマット記録を行うことのできるマスター情報磁気記録装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係るマスター情報磁気記録装置の構成は、基体の表面に情報信号に対応する凹凸形状が形成され、

前記凹凸形状の少なくとも凸部表面に強磁性薄膜が形成されたマスター情報担体と、強磁性層を有する磁気記録媒体とを密着させ、外部磁界を用いて前記マスター情報担体の凸部表面の強磁性薄膜を磁化させることにより、前記磁気記録媒体に前記マスター情報担体の前記凹凸形状に対応する情報信号を記録するマスター情報磁気記録装置であって、前記マスター情報担体と前記磁気記録媒体とに両者の位置合わせを行うための手段を設けたことを特徴とする。このマスター情報磁気記録装置の構成によれば、マスター情報担体に形成された凹凸形状パターンの幾何学的中心と磁気記録媒体の中心とを一致させることができるので、偏心の無いプリフォーマット記録を行うことができる。

【0017】また、前記本発明のマスター情報磁気記録装置の構成においては、マスター情報担体と磁気記録媒体との位置合わせを行うための手段が、前記磁気記録媒体に設けられた所定形状の第1のマーカースと、前記マスター情報担体に前記第1のマーカースに合わせて設けられ、前記第1のマーカースに対応した形状を有する第2のマーカースとからなるのが好ましい。

【0018】また、前記本発明のマスター情報磁気記録装置の構成においては、マスター情報担体と磁気記録媒体との位置合わせを行うための手段が、前記磁気記録媒体の磁気記録領域外に設けられた強磁性層を有しない非磁性領域と、前記マスター情報担体に前記非磁性領域に合わせて設けられ、前記非磁性領域に対応した形状を有するマーカースとからなるのが好ましい。また、この場合には、非磁性領域が貫通孔であり、かつ、マーカースの形状が前記貫通孔の形状と同じであるのが好ましい。

【0019】また、前記本発明のマスター情報磁気記録装置の構成においては、マスター情報担体と磁気記録媒体との位置合わせを行うための手段が、前記磁気記録媒体の磁気記録領域外に設けられた円環状の溝と、前記マスター情報担体に前記円環状の溝に合わせて設けられたマーカースとからなるのが好ましい。また、この場合には、マーカースが円環状の溝の内周縁に合わせて配置されているのが好ましい。また、あるいは、マーカースが円環状の溝の外周縁に合わせて配置されているのが好ましい。

【0020】前記本発明のマスター情報磁気記録装置の構成によれば、磁気記録媒体の中心とマスター情報パターンの幾何学的中心とを一致させることができるので、偏心の無いプリフォーマット記録を行うことができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

〈第1の実施の形態〉図4は本発明の第1の実施の形態におけるマスター情報磁気記録装置を示す断面図である。

【0022】図4に示すように、下フランジ43には、

その中央に円形の凹所43aが形成されており、凹所43aには円形の弾性板47が配置されている。弾性板47の上にはハードディスク41が配置されており、ハードディスク41の上にはマスター情報担体42が配置されている。ハードディスク41と弾性板47には、その中心部にそれぞれ中心孔41a、47aが穿設されている。下フランジ43の中心部には、ハードディスク41の中心孔41aと弾性板47の中心孔47aに連通して排気ダクト48が接続されており、排気ダクト48の端部には排気装置49が装着されている。これにより、排気装置49を始動させて、マスター情報担体42をハードディスク41の方向に吸引することができる。また、マスター情報担体42の上面周縁部は上フランジ44によって押圧されている。これにより、ハードディスク41とマスター情報担体42とを均一に密着させることができる。ここで、下フランジ43と上フランジ44とは、ボルト45によって固定されている。尚、図4中、46は永久磁石であり、この永久磁石46を用いてハードディスク41にプリフォーマット情報信号が記録される。

【0023】ハードディスク41には、マーカースとして、強磁性層が成膜されていない非磁性領域412が設けられており、マスター情報担体42には、ハードディスク41の非磁性領域412の位置に合わせてマーカース411が設けられている。

【0024】このマスター情報磁気記録装置の上方には、位置検出用撮像装置410が設けられている。これにより、マスター情報担体42のマーカース411とハードディスク41の非磁性領域412との相対位置を観察することができる。

【0025】図1に示すように、マスター情報担体42の表面には、プリフォーマット情報信号に対応した微細な凹凸形状が形成された領域12が所定の角度間隔で設けられている。この領域12の一部（図1中の領域A）を拡大したものを図2に示す。図2に示すように、トラッキング用サーボ信号、クロック信号、アドレス情報信号のそれぞれの領域がトラック長さ方向に順番に配列されている。図2においては、ハッチングを施した部分が凸部となっており、その凸部表面はC₀等の強磁性材料によって構成されている。

【0026】以下に、上記のような情報信号に対応した微細な凹凸形状をマスター情報担体の表面に形成する方法について説明する。まず、表面粗度が細かくて平坦性の良好なガラス基板の表面に、C₀等からなる強磁性薄膜をスパッタリング法によって成膜する。次いで、例えばフォトリソグラフィ法のようなレーザビーム又は電子ビームを用いたリソグラフィ技術によってレジスト膜を露光・現像した後、ドライエッチング等によって凹凸形状を形成する。あるいは、ガラス基板の表面にレジスト膜を成膜して、パターニングした後、C₀等からなる強

磁性薄膜を成膜してレジスト膜を除去する、いわゆるリフトオフ法によって凹凸形状を形成することもできる。

【0027】尚、マスター情報担体の表面に凹凸形状を形成する方法はこれらの方法に限定されるものではなく、例えば、レーザ、電子ビーム又はイオンビームを用いて、又は機械加工によって微細な凹凸形状を直接形成してもよい。また、強磁性薄膜をガラス基板の表面に成膜する方法も、スパッタリング法に限定されるものではなく、例えば、真空蒸着法、イオンプレーティング法、CVD法、めっき法等の従来から行われている一般的な薄膜形成方法を用いることができる。

【0028】マスター情報担体42の表面のプリフォーマット情報信号に対応した微細な凹凸形状の凸部表面と凹部底面との段差は、マスター情報が記録される磁気記録媒体の表面性及びマスター情報のビットサイズにもよるが、一般的には、 $0.05\mu\text{m}$ 以上に設定される。さらに好ましくは、 $0.1\mu\text{m}$ 以上に設定されるのがよい。尚、本実施との形態においては、 $0.5\mu\text{m}$ とした。

【0029】マスター情報担体42の凹凸形状の凸部表面を構成する強磁性薄膜材料はCoに限定されるものではなく、硬質磁性材料、半硬質磁性材料、軟質磁性材料を問わず、多くの種類の磁性材料を用いることができる。マスター情報が記録される磁気記録媒体の種類によらずに十分な記録磁界を発生させるためには、磁性材料の飽和磁束密度が大きい方がよい。特に、2000エルステッドを超える高保磁力の磁気ディスクや磁性層の厚みの大きいフレキシブルディスクに対しては、飽和磁束密度が0.8テスラ以下になると十分な記録を行うことができない場合があるので、一般的には、0.8テスラ以上、好ましくは1.0テスラ以上の飽和磁束密度を有する磁性材料が用いられる。

【0030】マスター情報担体42に形成された凹凸形状（マスター情報パターン）を磁気記録媒体であるハードディスク41に記録するに際しては、マスター情報パターンの幾何学的中心をハードディスク41の中心に合わせて両者を密着させることが必要である。すなわち、図1に示すマスター情報担体42の中心点13と、図3に示すハードディスク41の中心点33とを一致させた状態で両者を密着させることが必要である。

【0031】図3に示すように、ハードディスク41には、磁気記録領域32の内側に強磁性層が成膜されていない非磁性領域412が4箇所設けられている。この非磁性領域412の形状は長方形であり、その一边は、中心点33を中心とする半径Rの円に内接している。一方、図1に示すように、マスター情報担体42には、ハードディスク41に設けられた非磁性領域412の形状と同様に、長方形のマーカ411が4箇所設けられている。これらの長方形のマーカ411の一边は、中心点13を中心とする半径Rの円に外接している。従

って、マスター情報担体42とハードディスク41を密着させる際に、ハードディスク41に設けられた非磁性領域412の半径Rの円に内接している辺と、マスター情報担体42に設けられたマーカ411の半径Rの円に外接している辺とを一致させることにより、マスター情報パターンの幾何学的中心とハードディスク41の中心とを一致させることができる。

【0032】通常、ハードディスク41の強磁性層は、表面粗度が細かくて平坦性の良好なガラス基板あるいはアルミニウム基板上に、強磁性薄膜をスパッタリング法によって成膜することにより形成される。

【0033】ハードディスク41上の非磁性領域412は、例えば、強磁性薄膜をスパッタリング法によって成膜する前に、非磁性領域412を設けるべき部分をマスクングすることによって形成することができる。あるいは、強磁性薄膜をスパッタリング法によって成膜した後に、非磁性領域412を設けるべき部分の強磁性層をレーザや超音波などを用いた公知の加工技術により機械的に除去することによっても非磁性領域412を形成することができる。本実施の形態においては、スパッタリング装置にハードディスク基板を導入する際に用いられるハードディスク基板固定治具に、非磁性領域412の形状に対応したマスク部材を装着することにより、ハードディスク41上に非磁性領域412が形成されている。

【0034】一方、マスター情報担体42上のマーカ411は、プリフォーマット情報信号に対応した凹凸形状の形成と同時に形成することができる。次に、マスター情報担体に形成された凹凸形状を磁気記録媒体であるハードディスクに記録する手順について、図4、図5、図6を用いて説明する。

【0035】本実施の形態においては、図4に示すように、大気圧を利用してハードディスク41とマスター情報担体42とを密着させ、さらにハードディスク41とマスター情報担体42とを機械的に圧接させることにより、両者を全面的にかつ均一に密着させる。その後、永久磁石46を用いて、マスター情報担体42に形成された凹凸形状パターンの凸部表面の強磁性薄膜を磁化させることにより、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号をハードディスク41に記録する。以下に、記録手順について、詳細に説明する。

【0036】まず、図5に示すように、永久磁石52を用いて、ハードディスク41を円周方向に沿って矢印51の方向に予め磁化しておく（初期磁化）。尚、この場合、永久磁石52に代えて電磁石を用いてもよい。次いで、図4に示すように、下フランジ43に弾性板47、ハードディスク41、マスター情報担体42を順番に重ねる。

【0037】図6に、位置検出用撮像装置410によって観察した非磁性領域412及びマーカ411の像を示す。図6中、61はハードディスク41の中心孔41

aの一部を示している。位置検出用撮像装置410から得られる像を観察しながら、マスター情報担体42の位置を調節し、4箇所全てのマーカー411に対して、図6(b)に示すように、ハードディスク41上の非磁性領域412の一边とマスター情報担体42上のマーカー411の一边とが一致するようにする。これにより、ハードディスク41の中心とマスター情報パターンの幾何学的中心とを一致させることができる。次いで、排気装置49を始動させる。これにより、ハードディスク41の中心孔41aと弾性板47の中心孔47aを通してマスター情報担体42が吸引され、マスター情報担体42の中央部に大気圧が作用する。この状態では、マスター情報担体42の中心部付近のみがハードディスク41に密着しているだけであり、外周部では密着性が悪くなる可能性がある。外周部での両者の密着性を向上させるために、本実施の形態においては、上フランジ44をマスター情報担体42の上面周縁部に載せ、上フランジ44と下フランジ43とをボルト45を用いて固定するようにした。この場合、ボルト45の締め付けトルクを調整することにより、ハードディスク41とマスター情報担体42とが適切に圧接され、両者が均一に密着する。最後に、永久磁石46を、図4に示す一点鎖線を回転中心としてマスター情報担体42と平行に回転させることにより、マスター情報担体42に直流励磁磁界を印加する。これにより、マスター情報担体42に形成されたプリフォーマット情報信号に対応した凹凸形状の凸部表面の強磁性薄膜が磁化され、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号がハードディスク41に記録される。

【0038】上記したように、ハードディスク41は予め永久磁石52などを用いて円周方向に初期磁化されるが(図5参照)、この初期磁化方向と、プリフォーマット情報信号を記録する際に永久磁石46によって印加される磁界の方向とは、同一であっても逆であってもよい。本実施の形態においては、逆方向としている。

【0039】上記したように、本実施の形態においては、ハードディスク41の中心を基準とした位置に強磁性層が成膜されていない非磁性領域412が複数箇所に設けられ、一方、マスター情報担体42には非磁性領域412に対応する位置に非磁性領域412と同じ形状のマーカー411が設けられている。これにより、マスター情報担体42とハードディスク41を密着させたときに、マスター情報パターンの幾何学的中心とハードディスク41の中心とを一致させることができ、その結果、偏心の無いプリフォーマット記録を行うことができる。また、本実施の形態のマスター情報磁気記録装置を用いれば、ハードディスク基板に強磁性薄膜を成膜すると同時にマーカーを形成することができるので、工程が極めて簡単となり、生産性が向上する。

【0040】尚、本実施の形態においては、非磁性領域412がハードディスク41の磁気記録領域32の内側

に設けられているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、例えば、非磁性領域をハードディスク41の磁気記録領域32の外側に設けてもよい。但し、この場合、マーカー411も、非磁性領域412の位置に合わせてマスター情報担体42の外周側に設ける必要がある。

【0041】(第2の実施の形態)図9は本発明の第2の実施の形態におけるマスター情報磁気記録装置を示す断面図である。

【0042】図9に示すように、下フランジ93には、その中央に円形の凹所93aが形成されており、凹所93aには円形の弾性板97が配置されている。弾性板97の上にはハードディスク91が配置されており、ハードディスク91の上にはマスター情報担体92が配置されている。ハードディスク91と弾性板97には、その中心部にそれぞれ中心孔91a、97aが穿設されている。下フランジ93の中心部には、ハードディスク91の中心孔91aと弾性板97の中心孔97aに連通して排気ダクト98が接続されており、排気ダクト98の端部には排気装置99が装着されている。これにより、排気装置99を始動させて、マスター情報担体92をハードディスク91の方向に吸引することができる。また、マスター情報担体92の上面周縁部は上フランジ94によって押圧されている。これにより、ハードディスク91とマスター情報担体92とを均一に密着させることができる。ここで、下フランジ93と上フランジ94とは、ボルト95によって固定されている。尚、図9中、96は永久磁石であり、この永久磁石96を用いてハードディスク91にプリフォーマット情報信号が記録される。また、図9中、913は光源である。

【0043】ハードディスク91には、マーカーとして、貫通孔912が設けられており、マスター情報担体92には、ハードディスク91の貫通孔912の位置に合わせてマーカー911が設けられている。また、下フランジ93と弾性体97にも、光源913からの光がマスター情報担体92に設けられたマーカー911に届くように、貫通孔912の位置に合わせてそれぞれ孔が穿設されている。

【0044】このマスター情報磁気記録装置の上方には、位置検出用撮像装置910が設けられている。これにより、光源913から光を照射し、マスター情報担体92のマーカー911とハードディスク91の貫通孔912との相対位置を観察することができる。

【0045】図7に示すように、マスター情報担体92の表面には、プリフォーマット情報信号に対応した微細な凹凸形状が形成された領域72が所定の角度間隔で設けられている。この領域72に記録される凹凸形状の具体例は、上記第1の実施の形態と同様である(図2参照)。このような凹凸形状は、上記第1の実施の形態で説明したように、表面粗度が細かくて平坦性の良好なガ

ラス基板の表面に、Co等からなる強磁性薄膜をスパッタリング法によって成膜し、次いで、例えばフォトリソグラフィ法のようなレーザビーム又は電子ビームを用いたリソグラフィ技術によってレジスト膜を露光・現像した後、ドライエッチング等を施すことにより形成される。

【0046】マスター情報担体92に形成された凹凸形状（マスター情報パターン）を磁気記録媒体であるハードディスク91に記録するに際しては、マスター情報パターンの幾何学的中心をハードディスク91の中心に合
10 わせて両者を密着させることが必要である。すなわち、図7に示すマスター情報担体92の中心点73と、図8に示すハードディスク91の中心点83とを一致させた状態で両者を密着させることが必要である。

【0047】図8に示すように、ハードディスク91の磁気記録領域82の内側に、円形の貫通孔912が4箇所設けられている。これらの貫通孔912は、中心点83を中心とする半径Rの円の円周上に設けられている。一方、図7に示すように、マスター情報担体92には、ハードディスク91に設けられた貫通孔912の形状と同様に、円形のマーカー911が4箇所設けられてい
20 る。これらのマーカー911は、中心点73を中心とする半径Rの円の円周上に設けられている。従って、マスター情報担体92とハードディスク91とを密着させる際に、貫通孔912とマーカー911とを一致させることにより、マスター情報パターンの幾何学的中心とハードディスク91の中心とを一致させることができる。

【0048】ハードディスク91の貫通孔912は、例えば、ハードディスク91の基板がガラスの場合には超音波やレーザなどを用いた公知の加工方法によって形成
30 することができる。貫通孔912の径はできるだけ小さい方が好ましい。本実施の形態においては、超音波加工法によって直径0.5mmの貫通孔912が形成されている。

【0049】一方、マスター情報担体92上のマーカー911は、プリフォーマット情報信号に対応した凹凸形状の形成と同時に形成することができる。次に、マスター情報担体に形成された凹凸形状を磁気記録媒体であるハードディスクに記録する手順について、図9、図1
0、図11を用いて説明する。

【0050】本実施の形態においては、図9に示すように、大気圧を利用してハードディスク91とマスター情報担体92とを密着させ、さらにハードディスク91とマスター情報担体92とを機械的に圧接させることにより、両者を全面的にかつ均一に密着させる。その後、永久磁石96を用いて、マスター情報担体92に形成された凹凸形状パターンの凸部表面の強磁性薄膜を磁化させることにより、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号をハードディスク91に記録する。以下に、記録
50 手順について、詳細に説明する。

【0051】まず、図10に示すように、永久磁石102を用いて、ハードディスク91を円周方向に沿って矢印101の方向に予め磁化しておく（初期磁化）。尚、この場合、永久磁石102に代えて電磁石を用いてもよい。次いで、図9に示すように、下フランジ93に弾性板97、ハードディスク91を順番に重ねる。光源913からの光がハードディスク91の貫通孔912に差し込むように、下フランジ93及び弾性板97にも貫通孔912の位置に合わせてそれぞれ孔が穿設されているので、下フランジ93、弾性板97及びハードディスク91を重ねるときは、これらに穿設された孔の位置を合わせて重ねる。次いで、ハードディスク91の上にマスター情報担体92を重ねる。

【0052】図11に、位置検出用撮像装置910によって観察した貫通孔912及びマーカー911の像を示す。位置検出用撮像装置910から得られる像を観察しながら、マスター情報担体92の位置を調節し、4箇所全てのマーカーに対して、図11（b）に示すように、ハードディスク91の貫通孔912とマスター情報担体92のマーカー911とが重なるようにする。これにより、ハードディスク91の中心とマスター情報パターンの幾何学的中心とを一致させることができる。次いで、排気装置99を始動させる。これにより、ハードディスク91の中心孔91aと弾性板97の中心孔97aを通してマスター情報担体92が吸引され、マスター情報担体92の中央部に大気圧が作用する。この状態では、マスター情報担体92の中心部付近のみがハードディスク91に密着しているだけであり、外周部では密着性が悪くなる可能性がある。外周部での両者の密着性を向上させるために、本実施の形態においては、上フランジ94をマスター情報担体92の上面周縁部に載せ、上フランジ94と下フランジ93とをボルト95を用いて固定するようにした。この場合、ボルト95の締め付けトルクを調整することにより、ハードディスク91とマスター情報担体92とが適切に圧接され、両者が均一に密着する。最後に、永久磁石96を、図9に示す一点鎖線を回転中心としてマスター情報担体92と平行に回転させることにより、マスター情報担体92に直流励磁磁界を印加する。これにより、マスター情報担体92に形成されたプリフォーマット情報信号に対応した凹凸形状の凸部表面の強磁性薄膜が磁化され、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号がハードディスク91に記録される。

【0053】上記したように、ハードディスク91は予め永久磁石102などを用いて円周方向に初期磁化されるが（図10参照）、この初期磁化方向と、プリフォーマット情報信号を記録する際に永久磁石96によって印加される磁界の方向とは、同一であっても逆であってもよい。本実施の形態においては、逆方向としている。

【0054】上記したように、本実施の形態において

は、ハードディスク 91 の中心を基準とした位置に貫通孔 912 が複数箇所に設けられ、一方、マスター情報担体 92 には貫通孔 912 に対応する位置に貫通孔 912 と同じ形状のマーカー 911 が設けられている。これにより、マスター情報担体 92 とハードディスク 91 を密着させたときに、マスター情報パターンの幾何学的中心とハードディスク 91 の中心とを一致させることができ、その結果、偏心の無いプリフォーマット記録を行うことできる。

【0055】尚、本実施の形態においては、貫通孔 912 がハードディスク 91 の磁気記録領域 82 の内側に設けられているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、例えば、貫通孔をハードディスク 91 の磁気記録領域 82 の外側に設けてもよい。但し、この場合、マーカー 911 も、貫通孔 912 の位置に合わせてマスター情報担体 92 の外周側に設ける必要がある。

【0056】〈第 3 の実施の形態〉図 14 は本発明の第 3 の実施の形態におけるマスター情報磁気記録装置を示す断面図である。

【0057】図 14 に示すように、下フランジ 143 には、その中央に円形の凹所 143a が形成されており、凹所 143a には円形の弾性板 147 が配置されている。弾性板 147 の上にはハードディスク 141 が配置されており、ハードディスク 141 の上にはマスター情報担体 142 が配置されている。ハードディスク 141 と弾性板 147 には、その中心部にそれぞれ中心孔 141a、147a が穿設されている。下フランジ 143 の中心部には、ハードディスク 141 の中心孔 141a と弾性板 147 の中心孔 147a に連通して排気ダクト 148 が接続されており、排気ダクト 148 の端部には排気装置 149 が装着されている。これにより、排気装置 149 を始動させて、マスター情報担体 142 をハードディスク 141 の方向に吸引することができる。また、マスター情報担体 142 の上面周縁部は上フランジ 144 によって押圧されている。これにより、ハードディスク 141 とマスター情報担体 142 とを均一に密着させることができる。ここで、下フランジ 143 と上フランジ 144 とは、ボルト 145 によって固定されている。尚、図 14 中、146 は永久磁石であり、この永久磁石 146 を用いてハードディスク 141 にプリフォーマット情報信号が記録される。

【0058】ハードディスク 141 には、マーカーとして、円環状の溝 1412 が設けられており、マスター情報担体 142 には、ハードディスク 141 の円環状の溝 1412 の外周縁に合わせてマーカー 1411 が設けられている。

【0059】このマスター情報磁気記録装置の上方には、位置検出用撮像装置 1410 が設けられている。これにより、マスター情報担体 142 のマーカー 1411 とハードディスク 141 の円環状の溝 1412 との相対

位置を観察することができる。

【0060】図 12 に示すように、マスター情報担体 142 の表面には、プリフォーマット情報信号に対応した微細な凹凸形状が形成された領域 122 が所定の角度間隔で設けられている。この領域 122 に記録される凹凸形状の具体例は、上記第 1 の実施の形態と同様である

(図 2 参照)。このような凹凸形状は、上記第 1 の実施の形態で説明したように、表面粗度が細かくて平坦性の良好なガラス基板の表面に、Co 等からなる強磁性薄膜をスパッタリング法によって成膜し、次いで、例えばフォトリソグラフィ法のようなレーザビーム又は電子ビームを用いたリソグラフィ技術によってレジスト膜を露光・現像した後、ドライエッチング等を施すことにより形成される。

【0061】マスター情報担体 142 に形成された凹凸形状(マスター情報パターン)を磁気記録媒体であるハードディスク 141 に記録するに際しては、マスター情報パターンの幾何学的中心をハードディスク 141 の中心に合わせて両者を密着させることが必要である。すなわち、図 12 に示すマスター情報担体 142 の中心点 123 と、図 13 に示すハードディスク 141 の中心点 133 とを一致させた状態で両者を密着させることが必要である。

【0062】図 13 に示すように、ハードディスク 141 の磁気記録領域 132 の内側に、外周半径が R で一定の幅を有する円環状の溝 1412 が設けられている。一方、図 12 に示すように、マスター情報担体 142 には、ハードディスク 141 に設けられた円環状の溝 1412 に合わせて、頂点の 1 つが半径 R の円の円周上に存するような三角形のマーカー 1411 が 4 箇所に設けられている。従って、マスター情報担体 142 とハードディスク 141 とを密着させる際に、円環状の溝 1412 の外周縁と 4 つの三角形のマーカー 1411 の頂点とを一致させることにより、マスター情報パターンの幾何学的中心とハードディスク 141 の中心とを一致させることができる。次に、ハードディスクに円環状の溝を形成する方法について、図 15 を用いて説明する。図 15 に示すように、まず、ハードディスク基板 151 をスピンドルモータ 153 に装着する。次いで、回転砥石 154 を矢印 156 の方向に回転させ、かつ、ハードディスク基板 151 を矢印 155 の方向に回転させながら、回転砥石 154 をハードディスク基板 151 に接触させる。これにより、一定の幅を有する円環状の溝 1412 が形成される。この場合、ハードディスク基板 151 を回転させながら加工するので、円環状の溝 1412 の中心を、ハードディスク基板 151 の中心に容易に一致させることができる。円環状の溝 1412 の幅は回転砥石 154 の幅によって決定されるが、一般的には、数 10 μ m 以上であり、好ましくは 100 μ m 以上に設定される。本実施の形態においては、200 μ m とした。次い

で、円環状の溝1412を形成した後、ハードディスク基板151を洗浄し、強磁性薄膜を例えばスパッタリング法によって成膜することにより、円環状の溝1412を有するハードディスク141（図13）が得られる。

【0063】次に、マスター情報担体に形成された凹凸形状を磁気記録媒体であるハードディスクに記録する手順について、図14、図16、図17を用いて説明する。本実施の形態においては、図14に示すように、大気圧を利用してハードディスク141とマスター情報担体142とを密着させ、さらにハードディスク141とマスター情報担体142とを機械的に圧接させることにより、両者を全面的にかつ均一に密着させる。その後、永久磁石146を用いて、マスター情報担体142に形成された凹凸形状パターンの凸部表面の強磁性薄膜を磁化させることにより、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号をハードディスク141に記録する。以下に、記録手順について、詳細に説明する。

【0064】まず、図16に示すように、永久磁石162を用いて、ハードディスク141を円周方向に沿って矢印161の方向に予め磁化しておく（初期磁化）。尚、この場合、永久磁石162に代えて電磁石を用いてもよい。次いで、図14に示すように、下フランジ143に弾性板147、ハードディスク141、マスター情報担体142を順番に重ねる。

【0065】図17に、位置検出用撮像装置1410によって観察した円環状の溝1412及び三角形のマーカー1411の像を示す。位置検出用撮像装置1410から得られる像を観察しながら、マスター情報担体142の位置を調節し、4箇所全てのマーカーに対して、図17（b）に示すように、ハードディスク141の円環状の溝1412の外周縁上に、マスター情報担体142の4つの三角形のマーカー1411の頂点が乗るようにする。これにより、ハードディスク141の中心とマスター情報パターンの幾何学的中心とを一致させることができる。次いで、排気装置149を始動させる。これにより、ハードディスク141の中央孔141aと弾性板147の中心孔147aを通してマスター情報担体142が吸引され、マスター情報担体142の中央部に大気圧が作用する。この状態では、マスター情報担体142の中心部付近のみがハードディスク141に密着しているだけであり、外周部では密着性が悪くなる可能性がある。外周部での密着性を向上させるために、本実施の形態においては、上フランジ144をマスター情報担体142の上面周縁部に載せ、上フランジ144と下フランジ143とをボルト145を用いて固定するようにした。この場合、ボルト145の締め付けトルクを調整することにより、ハードディスク141とマスター情報担体142とが適切に圧接され、両者が均一に密着する。最後に、永久磁石146を、図14に示す一点鎖線を回転中心としてマスター情報担体142と平行に回転させ

ることにより、マスター情報担体142に直流励磁磁界を印加する。これにより、マスター情報担体142に形成されたプリフォーマット情報信号に対応した凹凸形状の凸部表面の強磁性薄膜が磁化され、凹凸形状に対応したプリフォーマット情報信号がハードディスク141に記録される。

【0066】上記したように、ハードディスク141は予め永久磁石162などを用いて円周方向に初期磁化されるが（図16参照）、この初期磁化方向と、プリフォーマット情報信号を記録する際に永久磁石146によって印加される磁界の方向とは、同一であっても逆であってもよい。本実施の形態においては、逆方向としている。

【0067】上記したように、本実施の形態においては、ハードディスク141の中心と同じ中心を有する円環状の溝1412が形成され、一方、マスター情報担体142には円環状の溝1412の外周縁に合わせて三角形のマーカー1411が設けられている。これにより、マスター情報担体142とハードディスク141を密着させたときに、ハードディスク141に設けられた円環状の溝1412の外周縁とマスター情報担体142に設けられた三角形のマーカー1411の頂点を一致させることにより、マスター情報パターンの幾何学的中心とハードディスク141の中心とを一致させることができる。さらに、ハードディスク基板151に円環状の溝1412を形成する際に、ハードディスク基板151を回転させながら形成するので、円環状溝1412の中心とハードディスク141の中心とを極めて精度良く一致させることができる。その結果、偏心が無く信頼性の高いプリフォーマット記録を行うことができる。

【0068】尚、本実施の形態においては、円環状の溝1412の外周縁と三角形のマーカー1411の頂点とを一致させるようにしたが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、円環状の溝1412の内周縁と三角形のマーカー1411の頂点とを一致させるようにしてもよい。

【0069】また、本実施の形態においては、円環状の溝1412がハードディスク141の磁気記録領域132の内側に設けられているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、円環状の溝1412をハードディスク141の磁気記録領域132の外側に設けてもよい。但し、この場合、マーカー1411も、円環状の溝1412の位置に合わせてマスター情報担体142の外周側に設ける必要がある。

【0070】また、本実施の形態においては、回転砥石154を用いて、一定の幅を有する円環状の溝1412を形成しているが、必ずしも回転砥石154を用いる必要はなく、レーザや超音波などを利用した公知の加工技術によって円環状の溝1412を形成してもよい。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、マスター情報担体に形成された凹凸形状パターンの幾何学的中心と磁気記録媒体の中心とを一致させることができるので、偏心の無いプリフォーマット記録を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態におけるマスター情報担体の構造を模式的に示す平面図である。

【図 2】図 1 の A 部拡大図であり、マスター情報担体の表面に形成されたプリフォーマット情報信号に対応する凹凸形状パターンの一例を示す構成図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態における磁気記録媒体の構造を模式的に示す平面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態におけるマスター情報磁気記録装置を示す断面図である。

【図 5】図 3 の磁気記録媒体を予め初期磁化する方法の一例を示す斜視図である。

【図 6】図 4 の位置検出用撮像装置によって観察された非磁性領域及びマーカーの像を示す模式図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態におけるマスター情報担体の構造を模式的に示す平面図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態における磁気記録媒体の構造を模式的に示す平面図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施の形態におけるマスター情報磁気記録装置を示す断面図である。

【図 10】図 8 の磁気記録媒体を予め初期磁化する方法の一例を示す斜視図である。

【図 11】図 9 の位置検出用撮像装置によって観察された貫通孔及びマーカーの像を示す模式図である。

【図 12】本発明の第 3 の実施の形態におけるマスター情報担体の構造を模式的に示す平面図である。

【図 13】本発明の第 3 の実施の形態における磁気記録媒体の構造を模式的に示す平面図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施の形態におけるマスター情報磁気記録装置を示す断面図である。

【図 15】図 13 の磁気記録媒体の円環状の溝を形成す

る方法の一例を示す斜視図である。

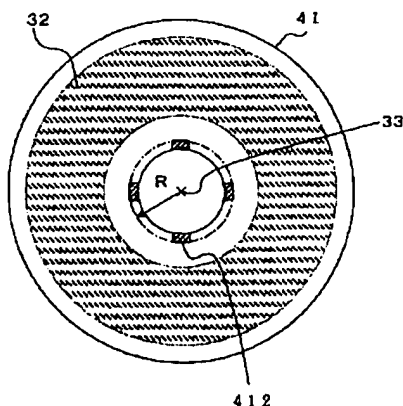
【図 16】図 13 の磁気記録媒体を予め初期磁化する方法の一例を示す斜視図である。

【図 17】図 14 の位置検出用撮像装置によって観察された円環状の溝及び三角形のマーカーの像を示す模式図である。

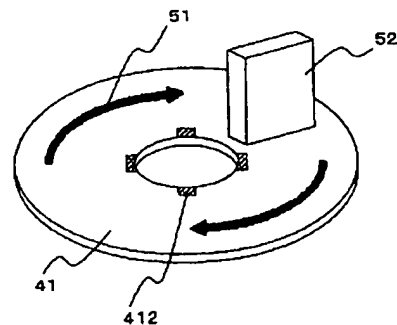
【符号の説明】

- 4 2、9 2、1 4 2 マスター情報担体
- 1 2、7 2、1 2 2 情報信号に対応した凹凸形状が形成されている領域
- 1 3、7 3、1 2 3 情報信号に対応した凹凸形状の幾何学的中心
- 4 1 1、9 1 1、1 4 1 1 マーカー
- 4 1、9 1、1 4 1 ハードディスク
- 3 2、8 2、1 3 2 磁気記録領域
- 3 3、8 3、1 3 3 ハードディスクの中心
- 3 4、4 1 2 非磁性領域
- 4 3、9 3、1 4 3 下フランジ
- 4 4、9 4、1 4 4 上フランジ
- 4 5、9 5、1 4 5 ボルト
- 4 6、5 2、9 6、1 0 2、1 4 6、1 6 2 永久磁石
- 4 7、9 7、1 4 7 弾性板
- 4 8、9 8、1 4 8 排気ダクト
- 4 9、9 9、1 4 9 排気装置
- 8 4、9 1 2 貫通孔
- 9 1 3 光源
- 4 1 0、9 1 0、1 4 1 0 位置検出用撮像装置
- 5 1、1 0 1、1 6 1 直流励磁磁界
- 6 1 ハードディスクの中心孔
- 1 4 1 2 円環状溝
- 1 5 1 ハードディスク基板
- 1 5 3 スピンドルモータ
- 1 5 4 回転砥石
- 1 5 5 ハードディスク基板を回転させる方向
- 1 5 6 回転砥石を回転させる方向

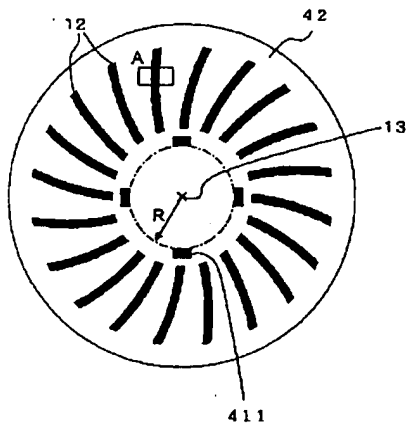
【図 3】



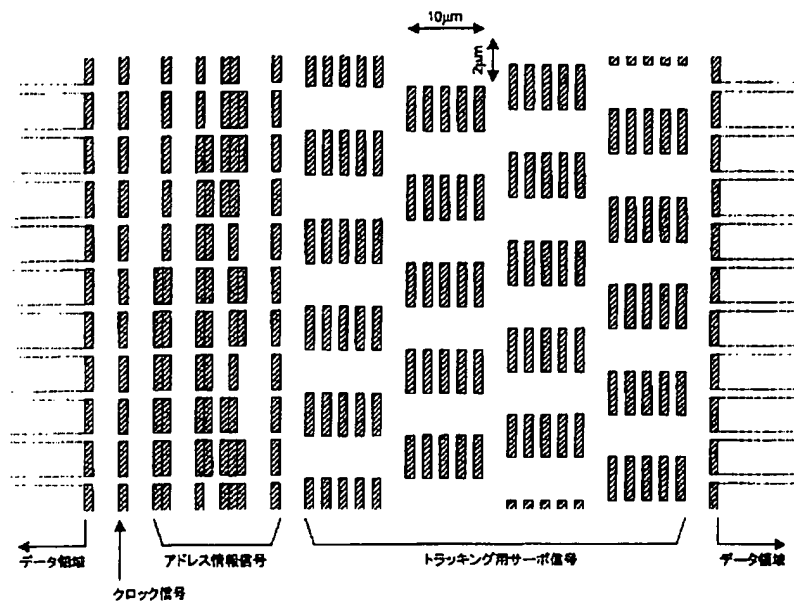
【図 5】



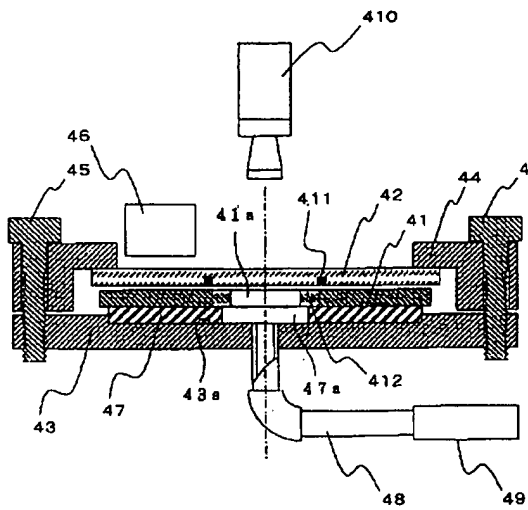
【図 1】



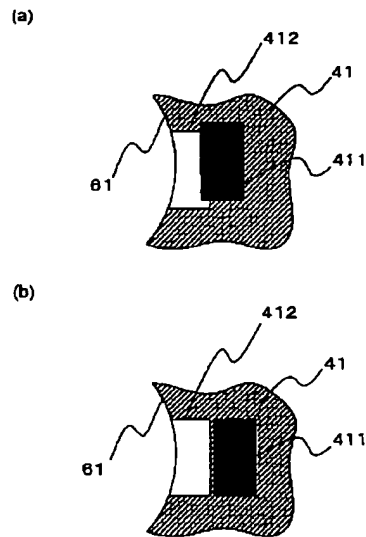
【図 2】



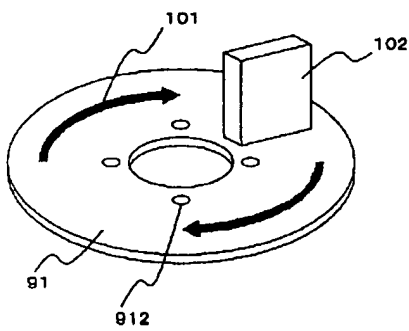
【図 4】



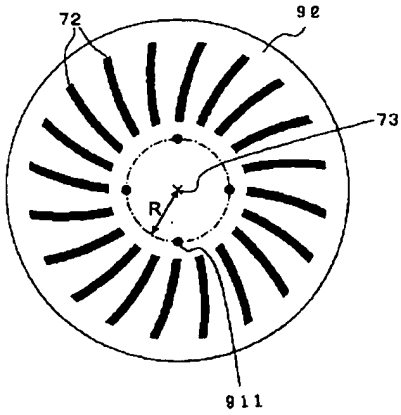
【図 6】



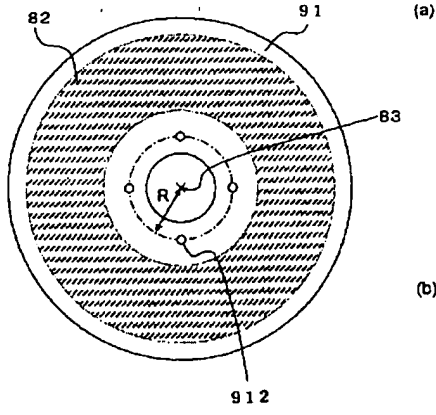
【図 10】



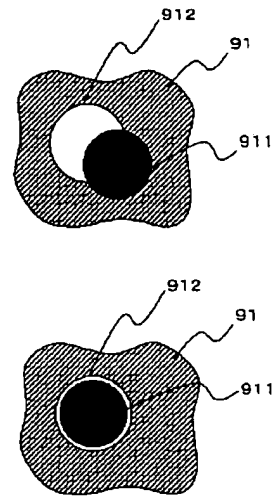
【図 7】



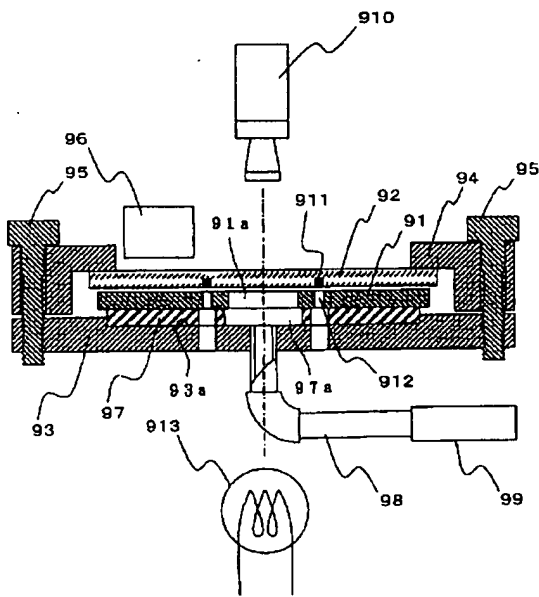
【図 8】



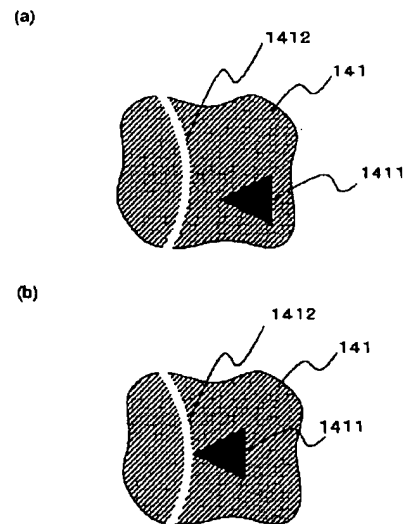
【図 11】



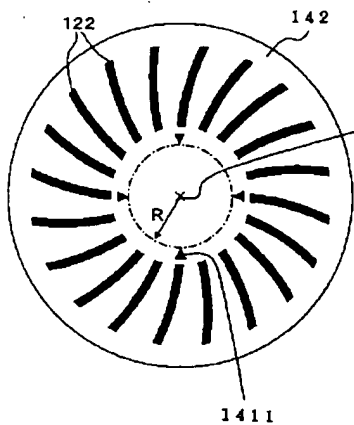
【図 9】



【図 17】



【図 12】



【図 13】

